



ECOESTACIÓN

Sandra Patricia Castillo Landínez, César Rodrigo Malaver Flor, Ricardo José Trullo Guerrero, Julio Andrés Mosquera Bolaños, Ingrid Selene Torres Rojas, Julián Andrés Caicedo Muñoz

**Corporación Universitaria Autónoma del Cauca
Popayán, Colombia**

Resumen

El proyecto ECOESTACIÓN nace con la intención de fusionar las Tecnologías de la Información y Comunicaciones TIC con estrategias pedagógicas para educar acerca del manejo adecuado de los Residuos No Peligrosos Aprovechables-RnPA. Se ha establecido que uno de los pasos críticos en el proceso de reciclaje es la separación en la fuente, porque es un procedimiento clave en la reutilización de materiales, sin embargo, en la mayoría de los hogares no existe la cultura de separación y clasificación de RnPA, siendo esta una problemática que se puede abordar desde las TIC y los procesos de aprendizaje.

Como parte de la solución a esta necesidad, se planteó el diseño y la construcción de la ECOESTACIÓN, una máquina que además de recolectar RnPA tales como latas de aluminio, botellas de vidrio y PET, permite aplicar una serie de estrategias pedagógicas según las características del usuario, quien recibe una recompensa al terminar la interacción; de esta forma se busca alcanzar el uso repetitivo del dispositivo y a través del voz a voz lograr mayor alcance de la estrategia.

En la implementación de la ECOESTACIÓN se combinó el diseño y la implementación del hardware y las TICs para entregar a los usuarios contenido pedagógico que ilustre el manejo adecuado de los RnPA, generando conciencia y cultura acerca de la importancia de separar en casa como paso inicial para el proceso de reciclaje de material reutilizable.

Palabras clave: estrategia pedagógica; maquinas recolectoras; reciclaje

Abstract

The ECOESTACION project has the intention to merge the communication and information technologies with pedagogic strategies for the education of non-hazardous usable waste management. It is a fact that a critical issue in the recycling process is the source separation because it is an essential procedure in the material reuse; however, in most homes, there is no culture for doing this; it is for this reason that technologies and pedagogic strategies are needed to promote this.

As a solution's part, the work team propose the design and the implementation of the ECOESTACION, a reverse vending machine which recollects non-hazardous usable wastes like PETS, CANS and glass bottles. ECOESTACION applies several age-related pedagogic strategies, and it rewards at the end of the interaction. This approach benefits the repetitive use and the promotion of the ECOESTACION.

ECOESTACION merge the hardware design and implementation with the communication and information technologies for the delivery of pedagogic content for the correct non-hazardous usable waste management. Also, it generates awareness and culture for the recycling process.

Keywords: *reverse vending machine; pedagogic strategies; recycling*

1. Introducción

Actualmente las Tecnologías de la comunicación y de la información juegan un papel fundamental en el desarrollo del ser humano, con este trabajo se buscó incorporarlas para educar a la comunidad en el manejo de residuos no peligrosos aprovechables, queriendo “hacer frente a la necesidad de incorporar dicha tecnología en favor de los procesos de enseñanza y aprendizaje” (Paz et al., 2015)

Concordante con la normatividad, el Ministerio de Educación Nacional a través de la Ley 1341 de las TIC (2009), menciona como una de las funciones promover su uso y apropiación entre los ciudadanos, las empresas, el Gobierno y demás instancias nacionales como un gran soporte del desarrollo social, económico y político. En este sentido se realiza una caracterización para conocer los estilos de aprendizajes de la población, con el fin de educarla y así como refieren (Linares et al., 2014) contribuir para que los procesos de enseñanza-aprendizaje, sean más colaborativos, interactivos y flexibles a partir de la aplicabilidad que se alcanza en la personalización de la enseñanza con la ECOESTACION.

La investigación de (Orozco, 2013) menciona aspectos claves para su uso, educar a la sociedad del conocimiento y no solamente para la información comprendiendo dimensiones sociales, éticas y políticas; educar para disminuir la brecha digital; y educar con una visión equilibrada de las TIC integrándolas desde todo el sentido de lo que significa este proceso. Partiendo de lo anterior, la ECOESTACION no solamente buscó comunicar estrategias para el cuidado del medio ambiente, sino educar a la

comunidad, integrándose de manera constructiva en la mente de las personas, hasta hacer parte de su cotidianidad.

Es el caso de los puntos electrónicos de información; los cuales existen desde hace décadas en las grandes ciudades, se encuentran en bancos, entidades de servicio público, centros comerciales, estaciones de transporte y un sinnúmero más de lugares, estos dispositivos están definidos como “Sistemas de información basados en computadoras ubicados en lugares públicos con interfaces lo suficientemente sencillas de tal forma que un usuario cualquiera pueda ejecutar una tarea rápida” (Holfelder et al., 1994). El desarrollo de estas máquinas ha acelerado su ritmo debido al auge de la electrónica de bajo costo y consumo lo que permite a la academia experimentar sobre diversas aplicaciones para este tipo de instrumentos.

Entre las muchas aplicaciones específicas que tienen los puntos de información se encuentran la aplicación automatizada de cuestionarios y encuestas (Blignaut 2004), puntos con bajo costo de fabricación y mantenimiento para el acceso a internet en zonas remotas o rurales (Guo et al. 2007), sistemas interactivos de guía implementados en las ciudades (Johnston et al., 2004), puntos de auto servicio remoto mediante los cuales las entidades bancarias ofrecen sus portafolios de manera personalizada (Paradi et al., 1998). Las anteriores aplicaciones están diseñadas para servir de soporte en la ejecución de tareas cotidianas sin embargo los puntos electrónicos de información también pueden ser aplicados en la educación, la seguridad de los niños es promovida y evaluada en un departamento de emergencias pediátricas mediante un punto de información (Gielen et al. 2007) de igual forma se han implementado sistemas educativos para aumentar el nivel de escolaridad en la población de infantes vulnerables probando que es posible usar estos mecanismos en la pedagogía (Slay et al., 2006).

Entre las aplicaciones con mayor aceptación para los dispositivos de este tipo se encuentran las máquinas expendedoras también conocidas como “vending machine” las cuales proporcionan de forma ágil comida y bebidas procesadas, este fácil acceso a los alimentos procesados junto con otros factores socioeconómicos ha aumentado la producción de residuos orgánicos e inorgánicos que además de afectar la salud de los humanos presentan una problemática ambiental (Han-Markey et al. 2012). Como una forma de contrarrestar los efectos contaminantes de las máquinas expendedoras surgieron las máquinas recolectoras o “reverse vending machine” que se encargan de recibir por parte de los consumidores los residuos inorgánicos tales como botellas plásticas, botellas de vidrio y latas de aluminio, otorgando en la mayoría de los casos una bonificación al usuario.

Existen diversos tipos de máquinas recolectoras, como la elaborada en Colombia por el proyecto EcoBot esta máquina recibe botellas plásticas y a cambio entrega un tiquete de bonificación con entidades aliadas (El país 2016), por su parte emprendedores chilenos desarrollaron EcoVen en la cual los usuarios introducen el residuo y obtienen bonificaciones por el proceso (CNN Chile 2017), al igual que los dos anteriores casos existen distintas propuestas de recolección de residuos inorgánicos mediante máquinas para tal fin, sin embargo ninguna de estas propuestas parece aportar a la

pedagogía del reciclaje. Con la ECOESTACIÓN, que no es más que un punto de información del tipo reverse vending machine se va más allá de recompensar al usuario por introducir residuos, esta máquina involucra procesos de aprendizaje para demostrar al usuario la importancia del reciclaje y la manera correcta de hacerlo.

La ECOESTACIÓN se concibe como un mecanismo de recolección de residuos inorgánicos que mediante estrategias pedagógicas le enseña al usuario en cada interacción la importancia del proceso de separación en la fuente, proceso que es el que hacen todos los dispositivos reverse vending machine. Esta ECOESTACION adapta los contenidos pedagógicos de acuerdo a determinadas características del usuario, lo guía durante todo el proceso y finalmente lo recompensa con una bonificación. Todo sustentado con energía solar para enfatizar aún más la importancia que merece el cuidado al planeta.

La ECOESTACIÓN a diferencia de otros mecanismos de recolección apuesta por enseñar al usuario la importancia de la separación en la fuente y no simplemente recompensar el proceso de reciclaje, logrando de esta manera que las personas realicen correctamente la separación donde quiera que estén.

2. Materiales y métodos

La plataforma hardware sobre la cual se soporta el proyecto ECOESTACIÓN está basada en cinco componentes principales:

Sistema energético: se caracteriza por suplir de energía eléctrica a la misma a partir de una fuente renovable de energía, específicamente, luz solar. Dicho sistema fue dimensionado para mantener en funcionamiento el dispositivo durante 36 horas en caso de ausencia total de luz solar haciendo uso de la metodología llamada “peor mes” (Pinzón et al, 2013). Está conformado por un panel fotovoltaico el cual transforma la luz solar en electricidad; un banco de dos baterías para almacenar la energía generada por el panel fotovoltaico y como respaldo en horas sin luz solar; y un controlador de carga, encargado de regular la potencia entregada por el panel y la potencia de salida hacia el banco de baterías y hacia las cargas.

Sistema de clasificación: encargado de diferenciar entre los 3 tipos de Residuos no Peligrosos Aprovechables (RnPA) que procesa la ECOESTACIÓN: botellas de plástico PET, botellas de vidrio y latas (envases de aluminio). El sistema está compuesto por 3 sensores y una tarjeta electrónica (microcontrolador).

Sistema de selección: su propósito es separar adecuadamente los RnPA identificados por la ECOESTACIÓN. El proceso de separación según la norma técnica GTC 24 (ICONTEC 2016), consiste en regresar al ciclo productivo RnPA’s para su posterior uso como materias primas para la fabricación de nuevos productos. Este sistema está constituido por 3 compuertas que abren y cierran automáticamente; 3 sensores infrarrojos que detectan el paso del RnPA introducido; 3 contenedores para almacenar temporalmente los RnPA’s; 3 sensores para verificar el si los contenedores están llenos

o no, y una tarjeta electrónica (microcontrolador), la cual controla la apertura y cierre de las compuertas y la lectura entregada por los sensores. La Figura 3 ilustra la arquitectura general del sistema de selección.

Sistema de interacción: actúa como guía del usuario mediante el despliegue de información sobre el impacto que genera colocar cada RnPA en el lugar que corresponde además de proporcionar tips ecológicos. El sistema está conformado por una botonera, la cual sirve para seleccionar entre las diferentes opciones que se desplieguen; una pantalla para visualizar las opciones e información; parlantes estéreo para enriquecer el proceso de visualización y llamar la atención de las personas; un computador que envía la información hacia la pantalla y los parlantes; un sensor de presencia, el cual tiene como objetivo activar la ECOESTACIÓN cuando un usuario este cerca, y un microcontrolador que recibe información de la botonera y el sensor y la envía hacia el computador.

Sistema de recompensas: fue diseñado para otorgar al usuario que haya culminado todo el proceso en la ECOESTACIÓN dos tipos de bonificación: carga eléctrica para un dispositivo móvil o puntos ecológicos. El sistema se compone de 4 puertos para alimentación eléctrica CD (Corriente Directa), y una impresora que entrega un ticket con los puntos obtenidos.

De otra parte, las estrategias pedagógicas abordadas en este proyecto, se realizaron a partir del estudio o caracterización de la población por la psicóloga educativa que hizo parte del estudio, donde se retomaron dos instrumentos que miden los estilos de aprendizaje; el primero de Neil Fleming que con ayuda de Collen Mills en 1992, fue desarrollado para determinar las preferencias de modalidad sensorial a la hora de procesar la información y aprenderla, denominado VARK, (Visual, Auditivo, Lectura/Escritura y Quinestésico en español); y el segundo instrumento realizado por Peter Honey y Alan Mumford, que identifican cuatro tipos de aprendizaje o preferencias: el activo, el teórico, el pragmático y el reflexivo.

Estos dos grupos de estilos se analizaron a partir de las etapas biopsicosociales del desarrollo humano que se dan entre los 10 y 64 años, además de tener en cuenta algunos aspectos motivacionales para aprender y la medición de algunos conocimientos previos acerca del cuidado del medio ambiente.

3. Resultados y discusión

Para probar el funcionamiento de la ECOESTACIÓN se aplicaron 210 instrumentos en dos momentos: antes y después de interactuar con el dispositivo; participaron estudiantes y docentes de varios programas, además miembros del personal administrativo de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca. Los individuos respondieron cinco preguntas de selección múltiple: (i) ¿Qué es reciclar?, (ii) ¿Sabes qué es separación en la fuente?, (iii) ¿En la caneca de qué color depositarias una botella PET?, (iv) ¿En la caneca de qué color depositarias una botella vidrio? y finalmente (v) ¿En la caneca de qué color depositarias una lata de aluminio?

El propósito del instrumento fue evaluar los conocimientos previos que tienen las personas acerca del manejo de residuos no peligrosos aprovechables y cómo se modifican éstos después de recibir contenidos cortos durante su interacción con la ECOESTACIÓN; en la Imagen 1 se muestra la actividad realizada por uno de los participantes.



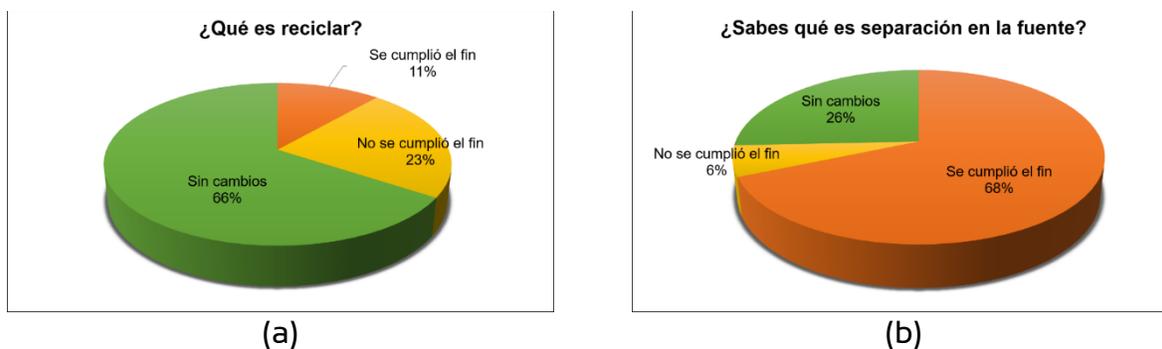
Imagen 1-Interacción de un usuario con la ECOESTACIÓN.

Se comparó la respuesta de cada pregunta antes y después de presentar el material, generando tres categorías:

- *Sin cambios*: en las dos oportunidades la respuesta fue correcta.
- *Se cumplió el fin*: en la primera evaluación la respuesta fue errónea y después de usar la ECOESTACIÓN la respuesta fue correcta.
- *No se cumplió el fin*: en las dos ocasiones la respuesta fue incorrecta.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede establecer:

De acuerdo a la Gráfica 1 (a), el 66% de los participantes no mostró cambios en sus conceptos, en ambas oportunidades su respuesta a la pregunta *¿Qué es reciclar?* fue *“Darle un segundo uso a un residuo”*, este comportamiento se explica por el impulso que ha dado la Institución a la divulgación y aplicación de su política ambiental, y en el caso específico de los currículos, se han incluido cursos de Gestión Ambiental y Ecología y Medio Ambiente en los diferentes programas académicos.



Gráfica 1: Resultados para la pregunta 1 y la pregunta 2

El 68% de los individuos no conocía el concepto de “Separar en la fuente” y lo apropió después de interactuar con la ECOESTACIÓN, frente al 26% que participantes que tenía este conocimiento y en la segunda evaluación no presentó cambios en su respuesta. Los resultados se muestran en la Gráfica 1 (b).

Como se observa en la Gráfica 2 (a), el 54% de las personas reconoce que en las canecas de color azul se deben depositar las botellas PET, y el 40% quienes participaron en las pruebas apropiaron este conocimiento. El **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia que el 60% de los participantes aprendió que las botellas de vidrio se deben poner en las canecas de color blanco; sólo el 6% de la población no logró el objetivo. De acuerdo a la Gráfica 3, el 72% de las personas asimiló que en las canecas de color café se deben colocar las latas de aluminio; frente al 11% que ya tenía el conocimiento.



Gráfica 2: Resultados para la pregunta 3 y la pregunta 4

Es importante anotar, que para las preguntas 2, 3 y 4 sólo el 6% de los participantes presentó dificultad para apropiar el conocimiento después de usar la ECOESTACIÓN; para el caso de la pregunta 1 las personas mantienen arraigada la idea de “reciclar es separar los residuos orgánicos de los inorgánicos” y por tanto se hace necesario emplear nuevas estrategias pedagógicas para modificar esta concepción.



Gráfica 3: Resultados para la pregunta 4

Esta experiencia demostró que el uso de dispositivos tecnológicos que faciliten la interacción con las personas, ligado al diseño de estrategias pedagógicas que

consideren las características de la población objetivo son un mecanismo eficaz para transmitir mensajes educativos sobre una gran variedad de temas.

También es importante considerar alternativas incluyentes que permitan vincular personas con algún tipo de discapacidad física, razón por la cual se han empezado a introducir en los videos ayudas para personas con discapacidad auditiva.

4. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca y a Innovación Cauca por patrocinar este proyecto.

5. Referencias

Artículos de revistas

- Blignaut, P. J. 2004. "Computerized Self-Administered Questionnaires on Touchscreen Kiosks: ¿Do They Tell the Truth?" In CHI'04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, pp 1183–1186.
- Gielen, A. C et al. 2007. "Using a Computer Kiosk to Promote Child Safety: Results of a Randomized, Controlled Trial in an Urban Pediatric Emergency Department." *Pediatrics* 120(2): pp 330 LP-339.
- Guo, S. et al. 2007. "Very Low-Cost Internet Access Using KioskNet." *ACM SIGCOMM Computer Communication Review* 37(5): 95–100.
- Han-Markey, T. L. et al. 2012. "A Public School District's Vending Machine Policy and Changes over a 4-Year Period: Implementation of a National Wellness Policy." *public health* 126(4): pp 335–337.
- Holfelder, W. and Dietmar, H. 1994. "A Networked Multimedia Retrieval Management System for Distributed Kiosk Applications." In *ICMCS*, pp 343–351.
- Johnston, M. and Srinivas B. 2004. "MATCHKiosk: A Multimodal Interactive City Guide." In *Proceedings of the ACL 2004 on Interactive Poster and Demonstration Sessions*, Association for Computational Linguistics, pp 33.
- Linares, N. Edistio Y. V., and Álvarez, E. A. 2014. "Tendencias En El Desarrollo de Las TIC Y Su Impacto En El Campo de La Enseñanza." *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* 8(1): pp 127–139.
- Malaver Flor C.R, Trullo Guerrero R. J., Caicedo Muñoz J. A. y Mosquera Bolaños J. Á. 2016. «Enfoque para el manejo de residuos no peligrosos aprovechables empleando una estación ecológica,» *Ingeniería Solidaria*, vol. 12, n° 20, pp. 107-120.
- Orozco, H. 2013. "Claves Para Una Integración Equilibrada de Los Usos de Las TIC En El Proceso de Enseñanza-Aprendizaje." *Revista Cultura de Guatemala* 34(1): pp 75–104.
- Paradi, J C, and A Ghazarian-Rock. 1998. "A Framework to Evaluate Video Banking Kiosks." *Omega* 26(4): 523–539.

- Paz, L. E., and Fierro Y. 2015. "Competencias Investigativas En Los Docentes Beneficiados Por La Estrategia de Formación Y Acceso Para La Apropiación Pedagógica de Las TIC." Revista Tendencias 16(1): 175–194.
- Pinzón, C. L. G., Corral, C. P., Nájera, R. A. V., & Campos, D. A. 2013. "Selección de un sistema solar fotovoltaico para un vehículo eléctrico", CULCyT.
- Slay, H, Wentworth P. and Locke J. 2006. "BingBee, an Information Kiosk for Social Enablement in Marginalized Communities." In Proceedings of the 2006 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries, South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists, 107–pp 16.

Leyes

- Ley 1341 de Las TIC. 2009. Diario Oficial 47426 de julio 30 de 2009

Fuentes electrónicas

- CNN Chile. 2017. "Llegan a Chile Novedosas Máquinas Que Te Premian Por Reciclar.". Consultado el 22 de junio de 2017 en <http://www.cnnchile.com/noticia/2017/06/06/llegan-chile-novedosas-maquinas-que-te-premian-por-reciclar.html>.
- El país. 2016. "La Máquina de Estos Hermanos Caleños Lo Premia Por Reciclar." Consultado el 22 de junio de 2017 en <http://www.elpais.com.co/california/la-maquina-de-estos-hermanos-calenos-lo-premia-por-reciclar.html>.
- ICONTEC. 2016 «Norma Técnica colombiana GTC 24: Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la Separación en la Fuente,» Consultado el 22 de junio de 2017 en <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>.

Sobre los autores

- **Sandra Patricia Castillo Landínez:** Ingeniera de Sistemas, Especialista en Administración de la Información y Bases de Datos. Docente de la Facultad de Ingeniería, investigadora adscrita al Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente (GITA). sandra.castillo.l@uniautonom.edu.co
- **César Rodrigo Malaver Flor:** Ingeniero Electrónico. Joven investigador adscrito al Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente (GITA). cesarmalaver@uniautonom.edu.co
- **Ricardo José Trullo Guerrero:** estudiante de Ingeniería Electrónica. ricardo.trullo.g@uniautonom.edu.co
- **Julio Andrés Mosquera Bolaños:** Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Magister en Administración de la Energía y sus Fuentes Renovables. Docente de

la Facultad de Ingeniería, investigador adscrito al Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente (GITA). julio.mosquera.b@uniautonom.edu.co

- **Ingrid Selene Torres Rojas:** Psicóloga, Especialista en Docencia Universitaria, Magister en Gestión Educativa, cursando Doctorado en Ciencias de la Educación. Docente de la Facultad de Educación, investigadora adscrita al Grupo Interdisciplinar de Ciencias Sociales y Humanas (GIICSH). ingrid.torres.r@uniautonom.edu.co
- **Julián Andrés Caicedo Muñoz:** Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Magister en Ingeniería Telemática, cursando Doctorado en Ingeniería Telemática. Docente de la Facultad de Ingeniería, investigador adscrito al Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente (GITA). julian.caicedo.m@uniautonom.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)